

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-083000

(43)Date of publication of application : 08.04.1991

(51)Int.Cl.

G21K 7/00

(21)Application number : 01-219473

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 25.08.1989

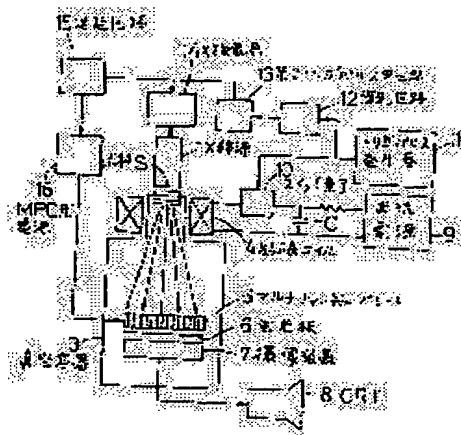
(72)Inventor : HIROSE HIDEO

(54) X-RAY MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a clear image while obtaining a strong magnetic field to heighten the resolution of the image by forming a widened image of X-ray electrons with the use of a normal conduction pulse exciting coil for divergence magnetic field generation.

CONSTITUTION: A pulse X-ray source 14 is used as an X-ray source and a normal conduction coil excitation is applied to divergence magnetic field generation for the formation of a widened image of photoelectrons. By synchronizing with the neighborhood of a peak of time change of a magnetic field with the use of pulse excitation, the X-ray source is operated when the strength change of the magnetic field becomes minimum in the neighborhood of the peak of the magnetic field, photoelectrons fly in a divergence magnetic field to take out the output of an electron image receiving element through a gate opened by a gate pulse synchronized with the operation of the X-ray source. By detecting the photoelectrons through the gate, without employing a mesh-like energy filter the energy analysis of the photoelectrons can be performed. In addition, because the normal conduction coil is used with the use of the pulse excitation, average current is held low to allow it to instantaneously pare a large current so that a sufficient strong magnetic field can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-83000

⑬ Int. Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月8日

G 21 K 7/00

8805-2G

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 X線顕微鏡

⑯ 特 願 平1-219473

⑰ 出 願 平1(1989)8月25日

⑱ 発 明 者 広 瀬 秀 男 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 梶 浩 介

明 細 書

1. 発明の名称

X線顕微鏡

2. 特許請求の範囲

パルスX線源と、X線光電子の拡大像を形成する発散磁場発生用常伝導パルス励磁コイルと、同コイルのパルス電流源と、X線光電子像受像手段と、上記励磁コイルの励磁と同期して同コイルの発生磁場の時間的变化が小さい時期に上記X線源を作動させ、X線光電子像の拡大を行い、X線源の作動と同期して上記受像手段を作動させる同期ゲートパルス発生手段とを有するX線顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は試料をX線で照射したとき試料或は試料に近接させた光電面から放出されるX線光電子により試料の像を形成させる型のX線顕微鏡に関する。

(従来の技術)

従来の上述した型のX線顕微鏡は、X線源とし

て通常のX線管とかシンクロトロン放射光源のような連続放射型のX線源を用いており、拡大光電子像を形成するのに集束コイルを用いていた。また試料から放出されるX線光電子はエネルギー分布を有するので、そのエネルギー別の光電子像を得るため拡大光電子像の受像面に近接させてメッシュ状のエネルギーフィルタを配置していた。

光電子による拡大像を作るのに集束コイルを用いると光電子のエネルギー分布による収差と光電子の放出角による球面収差により良好な像が得難いので、収差軽減のため絞りとか補正レンズを用いる必要があって、光電子の利用効率が低くなり像が暗くなる。このため強力な発散磁場を用い、この磁場内を磁力線に沿って光電子を進行させることで拡大光電子像を得る方法が提案されているが、強力な発散磁場を得るのに超伝導コイルを用いており、液体ヘリウム等を必要として、設備が大規模になり、一般研究者用として実用化することは困難である。

またエネルギー別のX線光電子像を得るのに上

述したようにメッシュ状のエネルギーフィルターを用いていると、顕微鏡が構造的に複雑になり、またフィルターにより電子透過率が低下して像が暗くなる。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は超伝導コイル等を用いなくて、光電子の発散磁場による拡大像を得ると共に、メッシュ状のエネルギーフィルターを用いないX線顕微鏡を得ることを目的としている。

(課題を解決するための手段)

X線源としてパルスX線源を用い、光電子の拡大像形成のための発散磁場発生に常伝導コイルのパルス励磁を用い、パルス励磁による磁場の時間的変化の尖頭付近に同期させて上記X線源を作動させると共に磁場の強度変化が磁場の尖頭付近で最小になるような時に、光電子が発散磁場中を飛行して、電子像受像素子の出力を上記X線源の動作と同期したゲートパルスにより開かれるゲートを介して取出すようにした。

(作用)

- 3 -

果、実用性に富んだ顕微鏡になる。

(実施例)

第1図に本発明の一実施例を示す。1は高尖頭値をもつパルスX線源で、プラズマX線源(レーザプラズマX線、又はピンチプラズマX線等)やパルス状のシンクロトロン光が適当である。Sは試料で基板2に密着させてある。基板2は厚さ1000Å程度の膜厚をもつSi₃N₄で裏面に光電膜21が形成してある。光電膜21はCsIにより形成されており、X線照射により、X線量に比例した光電子が試料とは反対側(図で下方)真空中に放出される。3はセラミックよりなる真空容器で、上の窓が上述した基板2になっており、X線源1および試料は大気中に置かれている。真空容器3の上部は細くなっており、そこに試料を囲むようにパルス励磁コイル4が配置されている。真空容器3の下方に光電子像の受像素子としてマルチチャンネルプレート(MCP)5が置かれその下に蛍光板6が置かれてMCPで増強された電子像が光像に変換される。7はCCD等を用いた

- 5 -

パルスX線源では数nsのパルス巾のX線放射が可能である。パルスX線源を用いることは二つの意味を有する。その一はX線をパルス状に放射するので、平均エネルギーを低くして、しかも強力なX線を得ることが可能となる。その二はパルスX線で試料が照射されるので、試料或は光電面から放射される光電子もパルス状である。この光電子をX線放射と同期したゲートパルスで開かれるゲートを介して検出することにより、光電子のエネルギーの飛翔時間による選別が行われ、メッシュ状エネルギーフィルターのようなものを用いなくて光電子のエネルギー分析ができるので、光電子の損失がなく明るい像が得られる。光電子による拡大像を得るのに発散磁場を用いているが、この場合像の分解能は磁場強度に比例している。従って強い磁場が必要で、このため超伝導コイルが用いられていたが、本発明では常伝導コイルを用いているが、パルス励磁によっているため、平均電流を低く抑えて瞬時的に大電流を流すことで充分強力な磁場を得ることができその結

- 4 -

像装置で、その出力がCRT8に影像として表示される。

9は直流電源で大容量コンデンサCを充電する。パルス励磁コイル4がコンデンサCの放電回路を構成しており、このコイル4と直列のスイッチ素子10は第1のトリガパルス発生器11からトリガパルスが印加されて導通せしめられ、コイル4にコンデンサCの放電電流が流れる。このときの放電電流パルスの幅は100μs程度である。12は遅延回路で、トリガパルス発生器から出力されるトリガパルスの立上りを遅延させて第2のトリガパルス発生器13に伝え、トリガパルス発生器13から数nsの幅のトリガパルスが出力される。14はX線源1を作動させる電源でトリガパルス発生器13からのパルスにより瞬時的にX線源1を作動させ、X線源からは数ns幅のパルスX線が放射される。トリガパルス発生器13の出力パルスは遅延回路15を介してMCP用電源16に送られ、X線パルスの発生より遅れてMCP5に作動電圧を印加せしめる。

- 6 -

第2図は上述装置の動作のタイムチャートで、Aは第1のトリガパルス発生器の出力パルスを示し、Bはコイル4に流れる励磁電流を示す。この電流のピーク幅は $100\mu s$ 程度であるが図では時間を圧縮して書いてある。Cはトリガパルス発生器13の出力パルスで、Aのパルスの立上りより時間Tだけ遅れており、このTは調節可能で、Aのパルスの立上りから励磁電流最大になる迄の時間になるように調整される。DはX線源1から放射されるX線パルスを示す。このパルスの幅は数nsである。Eは遅延回路15により遅延されたCのパルスであり、幅は数nsであり、このパルスのある間MCP5が作動さしめられる。パルスCとEとの間の遅延時間Fにより光電膜21から放射された光電子のうち放射時からF時間かかってMCPに到達した電子を検出するものであり、Fを調節することで光電子を速度即ちエネルギーによって選別して検出することができる。撮像装置7においてCCDセルは蛍光像の光電出力を蓄積し、撮像装置7はこの蓄積された出力を取

- 7 -

能は磁場強度によって決まり、磁場強度(磁束密度)をB、電子質量をm、電子の電荷をe、電子のエネルギーをEとすると分解能 r は $\sqrt{2mE}/eB$ に比例する。B=10T、E=0.5eVで r は約0.1 μm 程度が得られる。

励磁コイル4は時間幅 $100\mu s$ 程度でパルス励磁されるので、周囲の導体に渦電流を誘起し、その誘導磁場により励磁コイルの磁場が乱され、像が不規則に歪むおそれがあるので、真空容器3は絶縁体であるセラミックで造り、内面に導体膜を形成して導体膜に渦電流を発生させ、外部に磁束が洩れないようにしてある。真空容器3は軸対称的であるから、渦電流による磁場も軸対称的となり、励磁コイルが作る磁場に歪を与えず、磁場の発散を抑えて試料位置から下方へ次第に発散する磁場の形成に寄与する。

拡大率は光電膜上の磁場を B_i 、検出器での磁場を B_f とすると $M = \sqrt{B_i/B_f}$ で示されるので、 B_f を変化させて拡大率をかえることができる。 B_f を変化させるため例えば、MCP5、蛍

- 9 -

出し形像表示する。X線源がプラズマX線源のように高尖頭値をもつ場合は、1個のX線パルスで画像化することができる。この場合リアルタイム観察が可能になる。又従来のX線管球のように比較的弱いパルスの場合は何個かのパルスが必要になる。

第3図は磁力線と電子の運動の有様を示す。試料或は光電面P表面の一点qから放出された電子eはその点qを通る磁力線fにまつわるような螺旋線を画きながら磁力線fに沿って運動する。即ちqから出た電子はq点を通る磁力線fと垂直な速度成分の如何に關せず、磁力線fの近傍の磁場強度が磁力線fに沿う磁場強度と等しいとみなせる場合即ち磁力線に垂直な面内の磁場変化が小さい場合(実際そのようになっている)同じ周期で円cを画き磁力線f上に戻ってきて、その間に磁力線fの方向の速度成分相当だけ磁力線方向に進行する。円運動の直径が形成される像の分解能を決定し、電子の円運動の半径は磁場と直交する速度成分が同じなら磁場強度に反比例するので、分解

- 8 -

光板6、撮像装置7は一体となって真空容器内で上下させることによって像の倍率を連続的に変えることができる。又図1のように検出器付近にコイルを置き B_f を変えることによっても、拡大率を変化させることができる。

(発明の効果)

本発明によればX線源および励磁コイルは共に瞬間動作をさせるから、大設備を必要としないで強いX線が得られ、明るい像が得られると共に強い磁場が得られて像の分解能が高く、X線源が瞬間動作を行うので、電子の飛翔時間差によるエネルギー分析ができるので電子の利用効率を下げることなく、試料のX線光電子のエネルギー別の像を得ることができ、試料の組織、元素組成分布等の顕微鏡像をリアルタイムで観察することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例装置の縦断側面図、第2図は同実施例の動作を説明するタイムチャート、第3図は磁力線と電子軌道の関係を説明する

- 10 -

図である。

1…X線源、S…試料、2…基板、21…光電
膜、3…真空容器、4…パルス励磁コイル、5…
マルチチャンネルプレート、6…蛍光板、7…撮
像装置、8…CRT。

代理人 弁理士 縣 浩 介

- 11 -

